

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Darah

1. Definisi Darah

Darah merupakan jaringan cair dalam tubuh manusia yang terdiri dari dua bagian: 55% plasma (bagian cair darah) dan 45% sel darah/sel darah (bagian padat darah). Sel darah terdiri dari tiga jenis: sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Total volume darah pada orang dewasa diperkirakan kurang lebih 5–6 liter atau 7–8% dari berat badan (Maharani & Noviar, 2018)

2. Fungsi Darah

Menurut Maharani & Noviar (2018), darah terbagi menjadi bagian cair (plasma) dan bagian padat (sel darah). Bagian-bagian tersebut mempunyai fungsi tertentu dalam tubuh. Secara garis besar, darah mempunyai tiga fungsi utama sebagai berikut:

a. Sebagai transportasi substansi berikut:

- 1) Transportasi O_2 dan CO_2 dengan jalur melalui paru-paru ke seluruh tubuh.
- 2) Mengangkut nutrisi dari pencernaan ke seluruh tubuh.
- 3) Pengangkutan hasil pembuangan tubuh untuk detoksifikasi atau pengolahan oleh hati dan ginjal
- 4) Membantu mengatur suhu tubuh.
- 5) Pengangkutan hormon dari kelenjar untuk menghasilkan sel sasaran

b. Sebagai proteksi, darah banyak berperan dalam proses inflamasi:

- 1) Sel darah putih (leukosit) mempunyai fungsi menghancurkan mikroorganisme patogen dan sel kanker.
- 2) Antibodi dan protein lain menghancurkan/menghilangkan zat patogen.
- 3) Trombosit menginisiasi faktor pembekuan darah dan meminimalkan kehilangan darah

- c. Sebagai pengatur (regulator)
 - 1) pH akibat interaksi asam dan basa
 - 2) Keseimbangan air dalam tubuh menjaga pertukaran air dari jaringan luar atau sebaliknya.

3. Komposisi Darah

Menurut Maharani & Noviar (2018), komposisi darah yakni sebagai berikut:

a. Plasma Darah (Bagian Cair Darah)

Plasma darah adalah salah satu komponen darah yang berbentuk cair serta menempati sekitar 5% dari tubuh manusia. Plasma darah berwarna kekuningan dan terdiri dari 90% air, 8% protein, 0,9% (mineral, oksigen, enzim, dan antigen) dan sisanya zat organik (lemak, kolesterol, urea, asam amino, dan glukosa). Beberapa protein yang larut dalam plasma darah, antara lain:

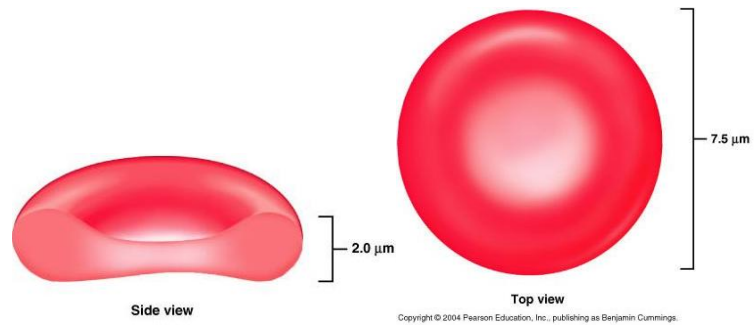
- Albumin menstabilkan pemeliharaan tekanan osmotik.
- Globulin digunakan dalam pembentukan antibodi.
- Faktor pembekuan darah berfungsi dalam proses hemostasis.

b. Korpuskuler (Bagian Padat Darah)

Bagian padat darah terdiri dari:

1) Sel Darah Merah (Eritrosit)

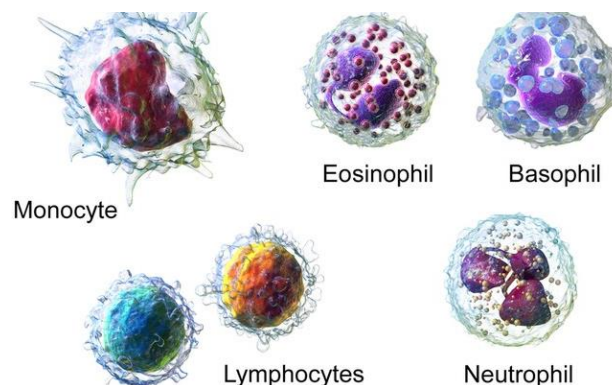
Sel darah merah atau sering juga disebut eritrosit, berasal dari bahasa Yunani *erythos* yang berarti merah dan *kythos* yang berarti cangkang atau sel. Sel darah merah adalah bagian darah yang mengandung hemoglobin (Hb). Hemoglobin merupakan biomolekul yang mengikat oksigen, dan darah yang berwarna merah ini dipengaruhi oleh oksigen yang diserap dari paru-paru. Ketika darah mengalir ke seluruh tubuh, hemoglobin mengantarkan oksigen ke sel dan mengikat karbon dioksida. Menurut Kiswari (2014), eritrosit di ketahui mempunyai masa hidup 120 hari setelah terbentuk di jaringan hematopoietik.



Gambar 1. Anatomi Eritrosit
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

2) Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih berasal dari kata leukosit (leuko = putih, *cyte* = sel) yang merupakan sel darah yang memiliki inti sel. Nilai normal jumlah leukosit darah normal adalah 4.500-11.000/μL darah. Leukosit ini dibagi menjadi granulosit (sel berinti) yakni neutrofil, eosinofil, basofil dan agranulosit (sel tidak berinti) terdiri dari monosit dan limfosit. Sel ini berfungsi dalam memediasi imunitas, baik respon imun bawaan (nonspesifik), atau spesifik (respon imun adaptif). Respon imun terjadi melalui proses fagositosis (memakan bakteri) oleh neutrofil, sedangkan respon imun adaptif terdiri dari produksi antibodi oleh sel plasma (Rosita *et al.* 2019).



Gambar 2. Jenis-Jenis Leukosit
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

Leukosit berdasarkan ada tidaknya granula pada sitoplasma, terbagi menjadi:

a) Leukosit Bergranula (Granulosit)

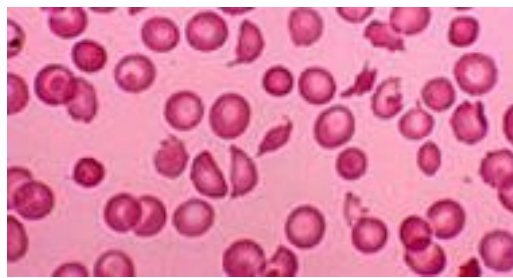
- Neutrofil adalah sel darah putih yang memiliki jumlah terbanyak, yaitu sekitar 60%. Neutrofil berfungsi sebagai fagositosis terutama terhadap bakteri.
- Eosinofil mengandung granula kasar yang berwarna merah-*orange* (eosinofilik) yang tampak pada apusan darah tepi. Intinya bersegmen (pada umumnya dua lobus). Sel ini berfungsi sebagai fagositosis dan menghasilkan antibodi terutama terhadap antigen yang dikeluarkan oleh parasit.
- Basofil merupakan jenis leukosit yang jumlahnya paling sedikit yaitu $< 2\%$ dari total jumlah leukosit dan mengandung granula kasar berwarna ungu/biru tua serta seringkali menutupi inti sel yang bersegmen. Basofil berperan dalam reaksi hipersensitivitas yang berhubungan dengan Immunoglobulin F (IgF).

b) Leukosit Tidak Bergranula (Agranulosit)

- Limfosit adalah leukosit yang tidak bergranula yang jumlahnya kedua paling banyak setelah netrofil, yaitu 20-40% dari jumlah keseluruhan leukosit. Berdasarkan fungsinya, limfosit dibagi atas sel B dan sel T. Limfosit B yang berperan dalam imunitas humoral, dan limfosit T yang berperan dalam imunitas selular (Abbas *et al*, 2016).
- Monosit adalah jenis sel darah putih yang berukuran paling besar. Monosit mempunyai dua fungsi, yaitu sebagai fagosit mikroorganisme (khususnya jamur dan bakteri) dan benda asing lainnya serta berperan dalam reaksi imun.

3) Keping-Keping Darah (Trombosit)

Keping-keping darah atau trombosit merupakan sel darah yang berperan penting dalam proses hemostasis. Trombosit melekat pada lapisan endotel darah yang robek (luka) dengan membentuk plug atau sumbat trombosit. Trombosit tidak memiliki inti sel, berukuran 1-4 μm , sitoplasma biru bergranula ungu kemerahan. Normalnya, jumlah trombosit dalam darah sekitar 150.000 sampai dengan 350.000 sel/mL darah.



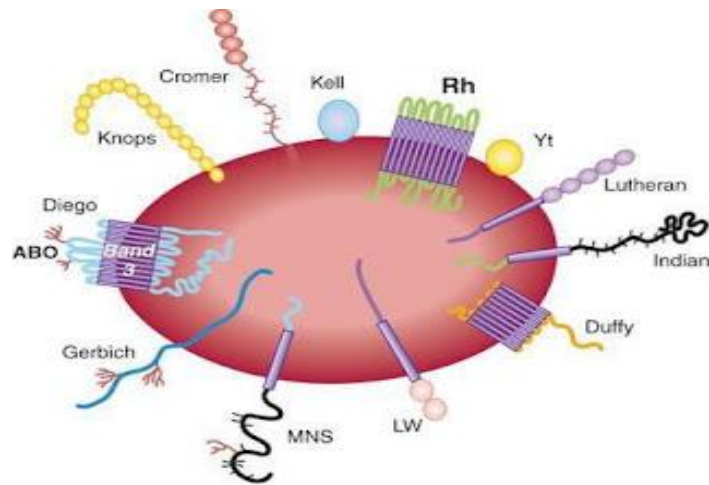
Gambar 3. Trombosit

Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

B. Tinjauan Umum Tentang Antigen dan Antibodi

1. Antigen

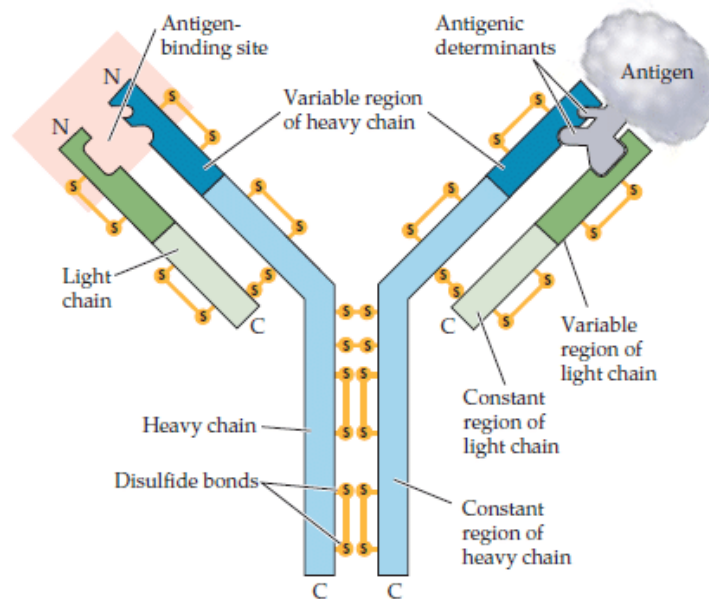
Antigen adalah molekul yang merangsang respon imun dengan mengaktifkan sel darah putih untuk melawan penyakit. Antigen dapat berasal dari mikroorganisme yang menginvasi seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur, organ yang ditransplantasikan atau sel abnormal, contohnya sel kanker. Antigen adalah zat partikel yang dapat merangsang terjadinya respon imun dan dapat bereaksi dengan antibodi spesifik antigen yang sama (Darwin *et al.* 2021). Umumnya jenis antigen berasal dari molekul protein. Epitop (antigen determinan) merupakan bagian dari antigen yang bereaksi dengan antibodi atau dengan respon spesifik pada limfosit T. Bentuk epitope biasanya kecil dengan berat molekul ± 10.000 Da. Karena epitop ini terletak pada molekul pembawa eritrosit, maka terdapat banyak epitop pada permukaan membran eritrosit yang menentukan spesifisitas dan kekuatan reaksi antigen dan antibodi (Maharani & Noviar, 2018).



Gambar 4. Antigen pada Membran Sel Darah Merah
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

2. Antibodi

Antibodi adalah molekul berupa protein yang disekresikan oleh sel plasma sebagai bentuk respon imun humoral terhadap imunogen (Atmaja, 2022). Antibodi merupakan sejenis protein yang diproduksi oleh sel limfosit sebagai respon terhadap antigen spesifik. Struktur dasar suatu antibodi terbagi atas dua rantai berat (*Heavy – Chain*) dan dua rantai ringan (*Light – Chain*) yang identik dan masing-masing rantai ringan terhubung ke rantai berat melalui ikatan disulfida (S-S). Jenis antibodi diklasifikasikan menjadi IgG, IgM, IgA, IgE, IgD. IgG merupakan satu-satunya immunoglobulin yang dapat melewati plasenta sedangkan IgM tidak dapat melalui plasenta dan awalnya disintesis sebagai stimulasi antigen. Umumnya manusia mempunyai Anti-A dan Anti-B yang diproduksi secara ilmiah di dalam tubuh. Antibodi jenis ini terbentuk terhadap jenis antigen yang sudah ada, misalnya seseorang yang memiliki antibodi B maka ia memiliki antigen A (Maharani & Noviar, 2018).



Gambar 5. Struktur Antibodi
Sumber: (Murphy, 2012)

3. Reaksi Antigen dan Antibodi

Reaksi antigen dan antibodi pada sel darah merah dimulai ketika antibodi dan antigen berada pada suatu medium. Ada beberapa jenis reaksi antigen dan antibodi yang digunakan pada pemeriksaan imunohematologi. Reaksi yang dihasilkan tergantung jenis antigen dan antibodi, pereaksi serta jenis medium yang digunakan (Maharani & Noviar, 2018).

Berikut adalah reaksi yang digunakan pada pemeriksaan imunohematologi menurut Maharani & Noviar, (2018):

a. Reaksi Hemaglutinasi

Reaksi hemaglutinasi yaitu reaksi aglutinasi yang terjadi pada sel darah merah. Epitope antigen pada permukaan sel darah merah akan berikatan dengan antibodi yang spesifik sehingga membentuk gumpalan. Prinsip ini disebut hemaglutinasi.

b. Reaksi Hemolisis

Reaksi antigen dan antibodi dapat menghasilkan hemolisis adalah kondisi pecahnya membran eritrosit sehingga melepas molekul eritrosit.

c. Reaksi Netralisasi

Reaksi netralisasi biasanya diaplikasikan pada antigen terlarut dalam cairan tubuh.

4. Faktor Yang Mempengaruhi Reaksi Antigen dan Antibodi

Faktor yang dapat mempengaruhi reaksi antigen dan antibodi adalah letak dan jumlah antigen, jumlah epitope antigen di membran sel darah merah, tempat pengikat antigen, jarak antigen dan antibodi, afinitas antibodi dan antigen, konsentrasi antigen dan antibodi, ion negatif sel darah merah, suhu, waktu, dan pH (Maharani & Noviar, 2018).

C. Tinjauan Umum Tentang Golongan Darah Sistem ABO

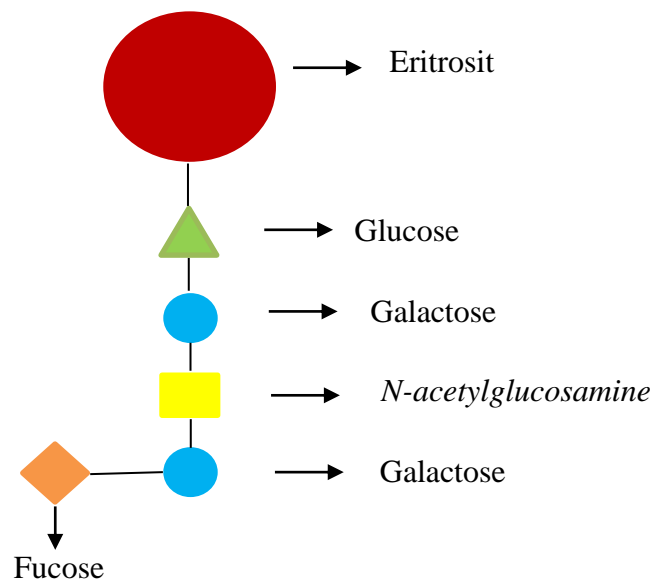
1. Definisi Golongan Darah Sistem ABO

Menurut Puspitasari & Aliviameita (2020), Sistem golongan darah ABO terdiri dari antibodi yang terbentuk secara alami sejak lahir dan sebagian besar antigen yang ditemukan pada membran sel darah merah. Ini adalah kualitas unik yang membedakan varian golongan darah ABO dari golongan darah lainnya. Meskipun dalam jumlah yang berbeda, orang dengan golongan darah A, B, O, dan AB pasti memiliki antigen H. Golongan darah O memiliki frekuensi antigen H yang paling banyak. Jika tidak memiliki antigen H, orang tersebut termasuk dalam golongan darah O Bombay.

a. Antigen

Antigen dalam sistem golongan darah ABO merupakan jenis antigen oligosakarida. Selain ditemukan pada membran sel darah merah, antigen jenis ini juga terdapat dalam berbagai jaringan dan sel termasuk sel epitel paru-paru dan cairan tubuh dalam bentuk antigen terlarut. Sistem ABO menghasilkan antigen melalui ekspresi gen H, ABO, dan Se. Ketiga gen ini menentukan dalam sistem ABO jenis, jenis, dan lokasi antigen yang diekspresikan. Pada kromosom 19, gen H ditemukan di lokus H (FUT 1). *Fucosyl transferase* yang dibawa pada membran sel darah merah menghasilkan antigen H dari gen tersebut. Terdapat pada permukaan sel darah merah, antigen H

merupakan anteseden dari antigen ABO. Antigen H mengaitkan dirinya dengan antigen A dan B. Orang dengan golongan darah O memiliki antigen H; mereka tidak memiliki antigen A dan B (Maharani & Noviar, 2018).



Gambar 6. Struktur Antigen H Pada Membran Sel Darah Merah
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

b. Antibodi

Antibodi ABO, anti-A dan anti-B biasanya selalu ada dalam berbagai tingkat ketika antigen yang sesuai tidak ada. Kecuali pada bayi yang baru lahir, penyimpangan dari aturan tersebut jarang terjadi. Hilangnya antibodi menunjukkan lemahnya subgrup A atau B, hipogamaglobulinemia, leukemia, dan limfoma atau kadang-kadang pada lanjut usia. Antibodi ABO yang terdeteksi dalam serum bayi baru lahir biasanya IgG yang berasal dari ibu, jarang berupa IgM yang dihasilkan oleh janin itu sendiri (Kiswari, 2014).

Pada usia tiga bulan, antibodi ABO pertama kali muncul; kadarnya terus meningkat hingga usia lima sampai sepuluh tahun. Meskipun antibodi ABO biasanya muncul secara spontan, antibodi ini mungkin merupakan hasil dari bahan kimia A dan B dari vaksinasi di sekitarnya. Perubahan sifat anti-A atau anti-B dapat terjadi akibat

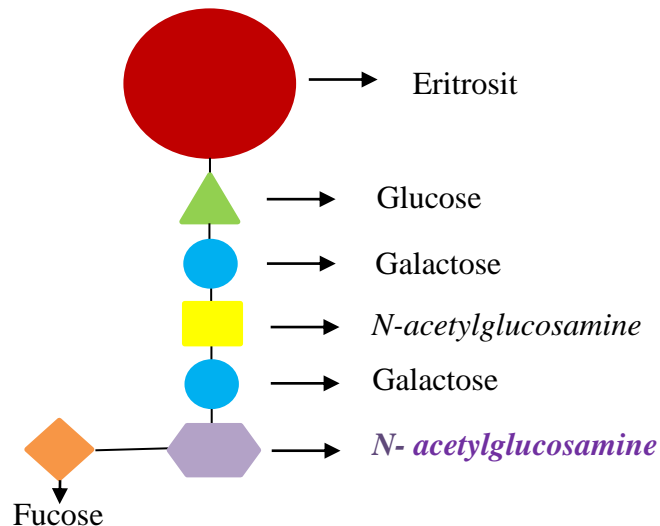
kejadian luar seperti vaksinasi lanjutan selama kehamilan atau ketidakcocokan transfusi eritrosit atau produk darah lainnya (Kiswari, 2014).

2. Klasifikasi Golongan Darah Sistem ABO

Menurut Maharani & Noviar (2018), gen ABO ditemukan pada lokasi tertentu pada kromosom 9. Pada lokus ini terdapat alel A, B, dan O. Ada empat golongan darah yang membentuk sistem golongan darah ABO, yakni sebagai berikut:

a. Golongan Darah A

Alel A mengkode N-acetyl-galactosaminyltrans-ferase, enzim yang menempelkan gugus gula N-asetil-D-galaktosamin (GalNac) pada antigen H untuk menghasilkan antigen A (Maharani & Noviar, 2018). Individu dengan golongan darah A memiliki antigen A pada membran sel darah merah mereka; serum darah mereka menghasilkan antibodi terhadap antigen B (Irawan & Nursalam, 2023).

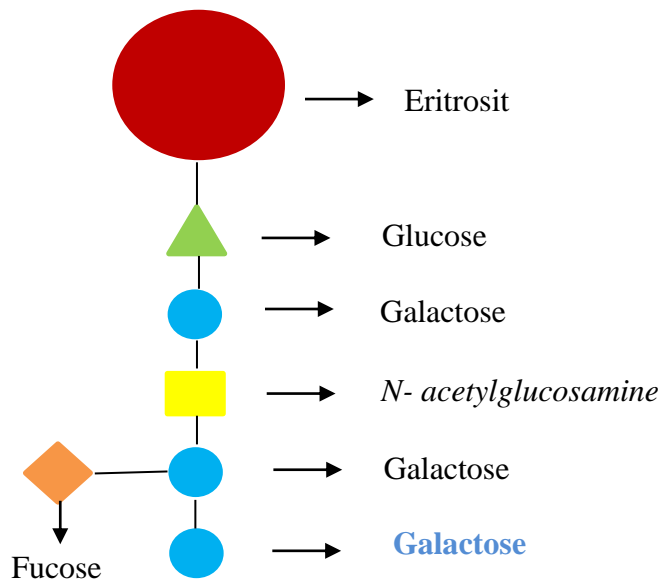


Gambar 7. Struktur Antigen A Pada Membran Sel Darah Merah
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

b. Golongan Darah B

Alel B mengkode enzim *galaktosil transferase* yang menempelkan gugus gula *D-galaktosa* (Gal) pada antigen H untuk menghasilkan antigen B (Maharani & Noviar, 2018). Mereka yang

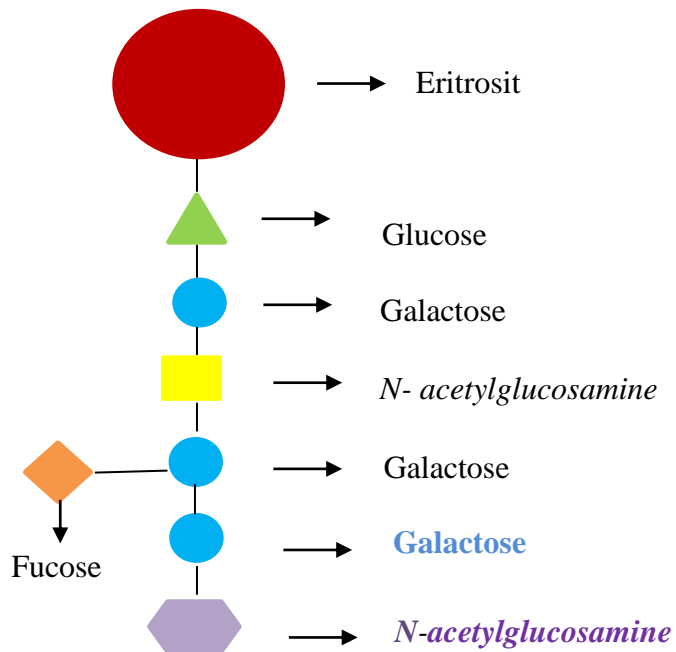
bergolongan darah B memiliki antigen B pada membran sel darah merah mereka; mereka menghasilkan antibodi A (Irawan & Nursalam, 2023).



Gambar 8. Antigen B Pada Membran Sel Darah Merah
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

c. Golongan Darah AB

Pada individu dengan golongan darah AB, maka enzim transferase yang diekspresikan menambah dua gugus gula yaitu GalNac dan Galaktosa (Maharani & Noviar, 2018). Individu dengan golongan darah AB memiliki antigen A dan antigen B di membran sel darah merah serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun antigen B dalam serum darahnya. (Irawan & Nursalam, 2023).



Gambar 9. Antigen AB Pada Membran Sel Darah Merah
Sumber: (Maharani & Noviar, 2018)

d. Golongan Darah O

- e. Alel O tidak mengkode enzim GalNac atau Galaktosa, sehingga antigen H tidak mengalami perubahan konformasi seperti yang terlihat pada orang bergolongan darah A, B, dan AB. Golongan darah O pada mereka yang memiliki genotipe HH dan Hh memiliki konsentrasi antigen H yang tidak seperti golongan darah A, B, dan AB (Maharani & Noviar, 2018). Individu bergolongan darah O tidak memiliki antigen A atau B; meskipun demikian, membran sel darah merah mereka memiliki antigen H dan serum atau plasma mereka menunjukkan antibodi A dan B (Mitra *et al.* 2014). Struktur antigen H dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Menurut Maharani & Noviar (2018), tabel distribusi antigen dan antibodi pada golongan darah sistem ABO adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi Antigen dan Antibodi pada Golongan Darah ABO

Golongan Darah	Antigen	Antibodi
A	H dan A	Anti-B
B	H dan B	Anti-A
AB	H, A dan B	Tidak ada
O	H	Anti-A dan Anti-B

(Maharani & Noviar, 2018)

3. Pola Pewarisan Golongan Darah Sistem ABO

Jenis pewarisan golongan darah ABO tidak ditentukan berdasarkan jenis kelamin. Pewarisan golongan darah ABO ditentukan oleh autosomal dominan karena gen penentu golongan darah terletak pada kromosom autosom dan diberi simbol I (Isohemaglutinogen) yang memiliki tiga macam alel, yakni I^A , I^B , dan I^O . Ekspresi gen yang menentukan fenotip dibedakan menjadi dominan dan resesif. Dominan apabila ekspresi suatu sifat pada satu kromosom mengalahkan sifat (alel) yang ada pada kromosom homolognya. Resesif hanya akan diekspresikan jika kedua kromosom homolog membawa alel resesif yang sama (homozigot) (Arsal, 2018).

Jenis alel I^A dan I^B bersifat kodominan, dua gen tersebut terekspresikan dan tidak ada yang dominan. I^A menghasilkan antigen A, I^B menghasilkan antigen B, alel I^O tidak membentuk antigen karena alel I^O bersifat resesif terhadap alel I^A dan I^B (Arsal, 2018). Kombinasi genotip dari tiga alel tersebut adalah: OO; AO; BO; AB; AA; BB (Maharani & Noviar, 2018).

Golongan darah A dapat memiliki kemungkinan genotip AA (homozigot) dan AO (heterozigot), mempunyai alel A yang diturunkan dari ayah atau ibu dan alel O yang diturunkan dari ayah atau ibu. Golongan darah B dapat mempunyai kemungkinan genotip BB (homozigot) dan BO (heterozigot), yang mempunyai alel B yang berasal dari ayah/ibu dan alel O yang berasal dari ayah/ibu. Golongan darah AB memiliki kemungkinan genotip AB, mempunyai alel A yang diturunkan dari ayah/ibu dan alel B yang diturunkan dari ayah/ibu. Pada alel O jika diekspresikan bersama

dengan alel A atau B (heterozigot), maka alel O tidak terekspresikan tetapi hanya alel A dan B saja. Alel O akan terekspresikan jika dalam bentuk homozigot, seperti pada golongan darah O, yang mempunyai genotip OO (Maharani & Noviar, 2018).

Tabel 2. Fenotip, Alel dan Genotip Golongan Darah Sistem ABO

Golongan Darah (Fenotip)	Alel Dalam Kromosom	Genotip
A	I^A	$I^A I^A$ atau $I^A I^O$
B	I^B	$I^B I^B$ atau $I^B I^O$
AB	$I^A I^B$	$I^A I^B$
O	I^O	$I^O I^O$

(Daulay, 2020)

Menurut Mustami (2021), istilah yang perlu diketahui untuk menjelaskan prinsip-prinsip pewarisan sifat ialah P adalah induk/orang tua, F1 (filial/fillus) adalah keturunan generasi pertama, gamet adalah sel haploid (tidak berpasangan) yang berasal dari ayah atau ibu khusus untuk fertilisasi/pembuahan, ♂ (tanda kelamin jantan), ♀ (tanda kelamin betina), fenotip adalah sifat keturunan yang dapat diamati atau dilihat secara makroskopis (misalnya warna, bentuk, dan ukuran), sedangkan genotip adalah sifat dasar yang tak tampak dan tetap (tidak berubah karena lingkungan) pada suatu individu. Contoh persilangan golongan darah sistem ABO adalah sebagai berikut:

- a. Persilangan Golongan Darah A Heterozigot dengan B Heterozigot

P: ♀ $(I^A I^O)$ >< ♂ $(I^B I^O)$

	♂	I^B	I^O
♀	I^A	$I^A I^B$	$I^A I^O$
	I^O	$I^B I^O$	$I^O I^O$

F1: $I^A I^B$, $I^A I^O$, $I^B I^O$, $I^O I^O$

Fenotip: AB, A, B, dan O

Persentase: AB (25%), A (25%), B (25%), O (25%)

b. Persilangan Golongan Darah A Homozigot dengan B Homozigot

P: ♀ \times ♂
 $(I^A I^A)$ $(I^B I^B)$

♂ \ ♀	I^B	I^B
I^A	$I^A I^B$	$I^A I^B$
I^A	$I^A I^B$	$I^A I^B$

F1: $I^A I^B, I^A I^B, I^A I^B, I^A I^B$

Fenotipe: AB

Persentase: AB (100%)

c. Persilangan Golongan Darah B Heterozigot dengan A Homozigot

P: ♀ \times ♂
 $(I^B I^O)$ $(I^A I^A)$

♂ \ ♀	I^A	I^A
I^B	$I^A I^B$	$I^A I^B$
I^O	$I^A I^O$	$I^A I^O$

F1: $I^A I^B, I^A I^B, I^A I^O, I^A I^O$

Fenotip: AB dan A

Persentase: AB (50%) dan A (50%)

d. Persilangan Golongan Darah B Homozigot dengan A Heterozigot

P: ♀ \times ♂
 $(I^B I^B)$ $(I^A I^O)$

♂ \ ♀	I^A	I^O
I^B	$I^A I^B$	$I^O I^B$
I^B	$I^A I^B$	$I^O I^B$

F1: $I^A I^B, I^O I^B, I^A I^B, I^O I^B$

Fenotip: AB dan B

Persentase: AB (50%) dan B (50%)

4. Reaksi Inkompatibel Golongan Darah Sistem ABO

a. Definisi Inkompatibel Golongan Darah Sistem ABO

Inkompatibilitas golongan darah ABO merupakan ketidakcocokan golongan darah pada saat melakukan transfusi sehingga terjadi reaksi hemolisis akut dan juga dapat disebabkan oleh reaksi imun antara antigen dan antibodi yang sering terjadi pada ibu dan anak yang akan dilahirkannya (Kemenkes, 2019).

1) Reaksi Hemolitik Akut Golongan Darah Sistem ABO

Reaksi hemolitik akut adalah reaksi lisisnya eritrosit baik dari darah donor ataupun darah pasien akibat ketidakcocokan jenis golongan darah antara donor (seseorang yang memberikan darahnya) dan pasien. Reaksi hemolitik akut ini seringkali disebabkan oleh kesalahan interpretasi golongan darah atau adanya kesalahan labelan antara komponen darah donor dan pasien. Sumber kesalahan lainnya adalah adanya antibodi dalam plasma pasien terhadap antigen golongan darah lain selain golongan darah ABO, seperti golongan darah MNS, Rhesus, Lutheran, Kell, Lewis, Duffy, Kidd dan lain-lain (Mitra *et al.* 2014). Menurut Maharani & Noviar (2018), reaksi hemolitik akut dapat terjadi melalui mekanisme lisis intravaskular maupun ekstrasvaskular. Penyebab reaksi hemolitik akut, yang paling utama adalah inkompatibilitas golongan darah ABO.

Gejala klinis akibat reaksi transfusi bermacam-macam seperti demam, vertigo, bintik-bintik merah pada kulit, sesak napas hingga berujung kematian pasien. Selain itu, komponen darah dengan kualitas yang kurang baik dapat menyebabkan gejala klinis yang spesifik. Setiap reaksi yang terjadi dapat menimbulkan gejala klinis yang spesifik maupun umum. Gejala klinis yang terjadi pada

pasien transfusi, dapat terjadi dalam waktu 24 jam setelah prosedur transfusi (reaksi transfusi akut) atau setelah 24 jam paska transfusi (reaksi transfusi tunda). Respon ini dapat melibatkan sistem imun (reaksi antigen dan antibodi) maupun sistem non imun (Maharani & Noviar, 2018).

2) **Reaksi Antigen dan Antibodi pada Ibu dan Janin**

Pada saat golongan darah yang berbeda tercampur, suatu respon imun tubuh terjadi dan antibodi terbentuk untuk menyerang antigen asing di dalam darah. Inkompatibilitas ABO umumnya terjadi pada ibu dengan golongan darah O dan janin dengan golongan darah baik A atau B. Ibu dengan golongan darah O menghasilkan antibodi anti-A dan anti-B yang cukup kecil untuk memasuki sirkulasi tubuh janin dan menghancurkan sel darah merah janin (Sari *et al.* 2019).

b. Macam-Macam Inkompatibilitas Golongan Darah Sistem ABO

Menurut Aryani (2023) terdapat dua jenis inkompatibilitas ABO, yakni sebagai berikut:

1) Inkompatibilitas Mayor

Inkompatibilitas mayor merupakan inkompatibilitas dimana antibodi resipien akan menghancurkan eritrosit yang ditransfusikan (misalnya: A ke O, B ke O, A ke B, dan B ke A).

2) Inkompatibilitas Minor

Inkompatibilitas minor merupakan inkompatibilitas dimana antibodi darah donor akan menghancurkan eritrosit resipien (misalnya: O ke A, O ke B).

Inkompatibilitas mayor dalam transfusi darah harus dihindari. Walaupun inkompatibilitas minor umumnya dapat diabaikan ketika donor tidak memiliki antibodi ABO yang levelnya sangat tinggi, jika memungkinkan untuk transfusi harus menggunakan darah donor dari golongan darah ABO yang sama dengan pasien (Aryani, 2023).

5. Pemeriksaan Golongan Darah Sistem ABO

a. Metode Pemeriksaan Golongan Darah Sistem ABO

Metode pemeriksaan golongan darah ABO ini terdiri atas dua, yakni sebagai berikut:

- 1) *Forward* merupakan metode tes langsung yang menentukan golongan darah ABO seseorang berdasarkan adanya antigen A dan B pada sel darah merah subjek yang direaksikan dengan sera anti-A dan sera anti-B. Apabila ditemukan adanya reaksi aglutinasi maka dapat dinyatakan bahwa terjadi reaksi antara antigen dan antibodi yang sesuai (Dalimoenthe, 2014).
- 2) *Reverse* merupakan metode pemeriksaan yang untuk menentukan golongan darah ABO berdasarkan jenis antibodi ABO pada serum subjek dengan menggunakan sel darah merah yang telah diketahui golongan darahnya dan jenis antigen pada membran eritrosit (Harun, 2022).

D. Tinjauan Umum Tentang Anak

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (2013), anak adalah seorang laki-laki atau perempuan yang dihitung sejak dalam kandungan sampai dengan umur 19 tahun. Menurut Pasal 1 ayat (1) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2002 tentang Perlindungan Anak, anak adalah seseorang yang belum mencapai umur 18 tahun, termasuk mereka yang masih dalam kandungan (Permenkes, 2014). Menurut Kementerian Kesehatan (2014), anak merupakan aset bangsa yang meneruskan perjuangan nasional, sehingga pertumbuhan dan perkembangannya perlu mendapat perhatian. Menurut Tursilarini (2017), anak sebagai penggerak negara harus dilindungi kehidupan dan penghidupannya, dan hal ini menjadi tanggung jawab orang tua, keluarga, masyarakat dan negara. Anak merupakan individu yang perlu dirawat dan dibekali masa depannya.